

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-158095

(43)Date of publication of application : 31.05.2002

(51)Int.Cl.

H05B 33/22

G09F 9/00

G09F 9/30

H05B 33/14

(21)Application number : 2000-391382

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 22.12.2000

(72)Inventor : ITO NOBUYUKI
KANEKO TAKESHI
KABE MASAOKI

(30)Priority

Priority number : 2000269923

Priority date : 06.09.2000

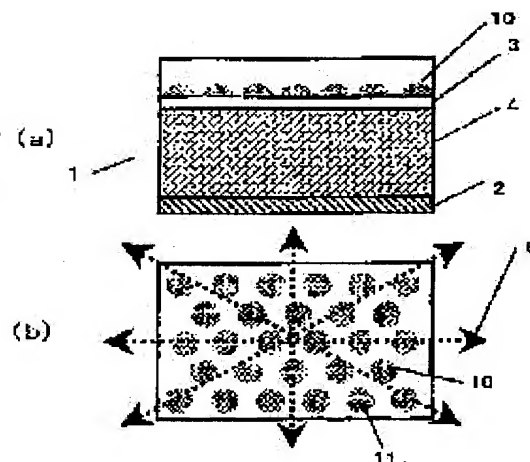
Priority country : JP

(54) SELF-LUMINOUS DISPLAY ELEMENT EQUIPPED WITH DIFFRACTION STRUCTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve emission efficiency of a self-luminous display element.

SOLUTION: A self-luminous display element 1 is equipped with a light-emitting layer and a pair of electrodes 2, 3 arranged so as to pinch the emission layer to impress an electric field on the emission layer 4. A diffraction structure 10 having a cycle-structure is provided at one of the pair of the electrode 2, 3, and the form of the cycle-structure for any given place has nearly the same cycle with rays emitted to all directions from the light-emitting layer 4.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The spontaneous light type display device to which the diffraction structure which is the spontaneous light type display device equipped with the luminous layer and the electrode of the pair for being prepared so that this luminous layer may be inserted, and impressing electric field to this luminous layer, and has periodic structure at least in one side of said electrode is prepared, and the configuration of said periodic structure in the location of arbitration is characterized by to have the period of abbreviation identitas to the beam of light of almost all the directions emitted from said luminous layer.

[Claim 2] The spontaneous light type display device according to claim 1 characterized by equipping said diffraction structure with the microstructure rearranged from closest packing arrangement.

[Claim 3] A luminous layer and the electrode of the pair for being prepared so that this luminous layer may be inserted, and impressing electric field to this luminous layer, It is the spontaneous light type display device equipped with the ***** structure which is prepared at least in one side of this electrode, and has periodic structure. The spontaneous light type display device which the light emitted from said luminous layer is the linearly polarized light or the abbreviation linearly polarized light, and is characterized by the direction of a repeat of said periodic structure in said diffraction structure and the polarization direction of said light abbreviation being in agreement and in agreement.

[Claim 4] A luminous layer and the electrode of the pair for being prepared so that this luminous layer may be inserted, and impressing electric field to this luminous layer, It is the spontaneous light type display device equipped with the ***** structure which is prepared at least in one side of this electrode, and has periodic structure. The spontaneous light type display device which the light emitted from said luminous layer is the linearly polarized light or the abbreviation linearly polarized light, and is characterized by the direction of a repeat of said periodic structure in said diffraction structure and the polarization direction of said light intersecting perpendicularly or abbreviation intersecting perpendicularly.

[Claim 5] The spontaneous light type display device according to claim 3 or 4 characterized by being the diffraction grating in which said diffraction structure has a straight-line-like grid.

[Claim 6] The spontaneous light type display device which it is the display device which comes to have a substrate and a light-emitting part at least, and periodic structure is prepared in said substrate, and is characterized by installing a polarization layer so that the polarization direction and direction of a repeat of said periodic structure may abbreviation be in agreement and in agreement at the optical drawing side side of this substrate.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the suitable display device for a spontaneous light type display like an electroluminescence (EL) component.

[0002]

[Description of the Prior Art] An electronic display is roughly classified into two classes according to the usage of a beam of light. It is the light-receiving mold display which the controlling element itself in which one of them forms a display does not emit light, but operates as the so-called shutter for penetrating and intercepting outdoor daylight, and constitutes a display, and others are spontaneous light type displays which the controlling element itself emits light and a user is made to recognize as brightness.

[0003] As a light-receiving mold display, the liquid crystal display (LCD) is known well and it has spread widely now. As a spontaneous light type display, there are organic electroluminescence (electroluminescence) including the cold cathode tube (CRT) which has spread most now, inorganic [EL], a plasma display panel (PDP), a light emitting diode display (LED), a fluorescent indicator tube display (VFD), a field emission display (FED), etc. There are some spontaneous light type displays from which utilization already began, and development is actively performed about other things.

[0004] Since the light-receiving mold indicating equipment represented by LCD needs the light source and the back light is [usually it has a back light and] always on irrespective of the aspect of display information, the power which is not mostly different from all display conditions will be consumed. On the other hand, since only a part with the need of switching on the light consumes power according to display information, a spontaneous light type display has theoretically the advantage that there is little power consumption as compared with a light-receiving mold display.

[0005] Moreover, since LCD which is the representation of a light-receiving mold display uses the polarization control by the birefringence of liquid crystal, the advantage that this problem does not almost exist is also shown in a spontaneous light type display to the thing with the so-called strong angle-of-visibility dependency which changes a display condition a lot according to the direction to observe.

[0006] Furthermore, in order that LCD may use the molecular orientation change originating in the dielectric anisotropy of the liquid crystal which is the organic elastic matter, theoretically, the response time to an electrical signal is one or more mses, and, for this reason, the problem of the animation after-image originating in the lateness of a such response produces it. On the other hand, since the spontaneous light type display with which development is furthered as mentioned above uses transition of a carrier called an electron and an electron hole, electron emission, plasma discharge, etc., it is the order of a nanosecond, and the response time is so high-speed that it does not become as compared with liquid crystal, and the animation after-image originating in the lateness of a response does not become a problem.

[0007] Thus, although it is a spontaneous light type display with many advantages, now only CRT is put in practical use completely and LCD is still in use [the thing] as a flat-surface display

predicted that need will be extended increasingly from now on. One of the big causes that a spontaneous light type display is not put in practical use is the lowness of the luminous efficiency. Although its power consumption is large since LCD must make a back light always turn on for lighting, the luminous efficiency, brightness, a life, etc. are the techniques completed in every property, and there is almost no problem in stability practically in the point of continuing emitting light efficiently for a long time. On the other hand, in a spontaneous light type display, the actual condition is that the fundamental property of continuing emitting light efficiently to long duration stability has not reached even practical level.

[0008] In order to raise the stability and luminous efficiency of a spontaneous light type display, development of luminescent material is furthered, but in order to perform a full color display, it is necessary to solve such a technical technical problem about each of the ingredient which emits light in red, blue, and green. For this reason, it is not easy to develop the luminescent material for the possible spontaneous light type display of a full color display.

[0009] For this reason, the technique of raising stability and luminous efficiency without being dependent on luminescent material is needed. Especially in EL display, I hear that the light which total reflection will be carried out by the interface with the substrate and atmospheric air which constitute a display among the light emitted from the luminous layer, and does not arrive at the exterior of a display exists, and there is a big problem. Since the refractive index of luminescent material is larger than the refractive index of a substrate or atmospheric air, this is mainly produced.

[0010] One of the approaches of solving the problem of such total reflection in EL display is preparing a straight-line-like diffraction grating in each of EL display device which constitutes EL display, as shown in (a) of drawing 14, and (b). Since advance of light changes with diffraction gratings, the penetration include angle to an interface can also change and total reflection can be reduced. In drawing 14, the EL display device 1 has the structure which carried out the laminating of a back plate 2, a luminous layer 4, a reflexible transparent electrode 3, and a reflexible diffraction grating 5 to this order. In addition, the light by which 6 was emitted from the luminous layer 4, and 7 show the emission center of a luminous layer 4. Since a part of light which total reflection was carried out by the interface among the light 6 emitted from the luminous layer 4 by having adopted such structure, and was not able to reach outside will be diffracted by the diffraction grating 5, it can change a travelling direction, total reflection conditions will be avoided and it will reach outside, the amount of the beam of light which reaches from the EL display device 1 to the exterior as a result will increase, and luminous efficiency improves rather than the case where there is no diffraction grating 5. However, in having used the so-called simple diffraction grating as a diffraction grating 5, since almost all other light is not influenced of diffraction although a light perpendicular to a diffraction grating 5 among the beams of light emitted from an emission center 7 is diffracted like the above and reached outside so that clearly from drawing 14, the actual condition is that luminous efficiency does not improve so much.

[0011] In order to solve the problem of the total reflection in EL display device, as shown in (a) of drawing 15, and (b), the proposal which uses two-dimensional diffraction-grating 5' which prepared the alternate grid was made. However, since the beam of light of most by which incidence is carried out in the direction of slant to diffraction-grating 5' also in this case is not influenced of diffraction, it is seldom useful to reduction of the quantity of light by which total reflection is carried out by the interface. being the same -- the purpose -- drawing 16 -- (-- a --) -- and -- (-- b --) -- being shown -- as -- a zone plate -- five -- " -- proposing -- having -- ****. However, not all the beams of light that emitted light also in this case at the core of zone plate 5" pass to diffract ideally, and since the beam of light of other most which emit light except the core of zone plate 5" is not influenced of diffraction, zone plate 5" of drawing 16 as well as the diffraction grating shown in drawing 14 and drawing 15 does not solve a total reflection problem effectively.

[0012] Thus, although it was thought that the diffraction grating shown in drawing 14 - drawing 16 did not have a dependency over the ingredient of a luminous layer, and raised the luminous efficiency of a spontaneous light type display device theoretically, it was not what demonstrates

sufficient effectiveness to reduce in fact the light by which total reflection is carried out by the interface in a spontaneous light type display device, and raise luminous efficiency.

[0013] Furthermore, since the quantity of light which can be taken out from an organic electroluminescence display device is increased, a projection is formed in one electrode among the electrodes of the pair which sandwiches an organic electroluminescence luminous layer, and the display device which established the crevice in the electrode of another side is also proposed. However, although he is trying for this display device to gather the ejection effectiveness of a beam of light using reflection of the beam of light in the electrode of the direction which does not use diffraction phenomena and has a crevice, in order that the luminescence area of an organic electroluminescence luminous layer may decrease by the projection formed in the electrode of another side, brightness will fall compared with the case where there is no projection.

[0014]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] This invention is proposed in view of the above-mentioned technical problem, and aims at offering the spontaneous light type display device which reduced the rate of the light by which total reflection is carried out by the interface among the light emitted out of the luminous layer.

[0015]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, invention of claim 1 It is the spontaneous light type display device equipped with the luminous layer and the electrode of the pair for being prepared so that this luminous layer may be inserted, and impressing electric field to this luminous layer. The diffraction structure which has periodic structure is prepared at least in one side of said electrode, and the spontaneous light type display device to which the configuration of said periodic structure in the location of arbitration is characterized by having the period of abbreviation identitas to the beam of light of almost all the directions emitted from said luminous layer is offered.

[0016] Invention of claim 2 is equipped with the microstructure by which said diffraction structure was rearranged from closest packing arrangement. The electrode of the pair for invention of claim 3 being prepared so that a luminous layer and this luminous layer may be inserted, and impressing electric field to this luminous layer, It is the spontaneous light type display device equipped with the ***** structure which is prepared at least in one side of this electrode, and has periodic structure. The light emitted from said luminous layer is the linearly polarized light or the abbreviation linearly polarized light, and the spontaneous light type display device characterized by the direction of a repeat of said periodic structure in said diffraction structure and the polarization direction of said light abbreviation being in agreement and in agreement is offered.

[0017] Moreover, the electrode of the pair for invention of claim 4 being prepared so that a luminous layer and this luminous layer may be inserted, and impressing electric field to this luminous layer, It is the spontaneous light type display device equipped with the ***** structure which is prepared at least in one side of this electrode, and has periodic structure. The light emitted from said luminous layer is the linearly polarized light or the abbreviation linearly polarized light, and the spontaneous light type display device characterized by the direction of a repeat of said periodic structure in said diffraction structure and the polarization direction of said light intersecting perpendicularly or abbreviation intersecting perpendicularly is offered.

[0018] Invention of claim 5 uses said diffraction structure as the diffraction grating which has a straight-line-like grid. Invention of claim 6 is the display device equipped with the substrate and the light-emitting part at least, and periodic structure is prepared in said substrate and it offers the spontaneous light type display device characterized by installing a polarization layer in the optical drawing side side of this substrate so that the polarization direction and direction of a repeat of said periodic structure may abbreviation be in agreement and in agreement.

[0019]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, with reference to a drawing, the gestalt of operation of the some of the spontaneous light type display device concerning this invention is explained. In addition, in the following explanation, the same reference figure will be given to the same or,

same component also in the conventional spontaneous light type display device shown in drawing 14 - drawing 16 .

[0020] Drawing 1 shows the gestalt of operation of the 1st of the spontaneous light type display device concerning this invention. In this drawing, a spontaneous light type display device is the EL light emitting device 1, and has a luminous layer 4 and the electrodes 2 and 3 of the pair for making a luminous layer 4 emit light by pinching this luminous layer 4 and impressing electric field to a luminous layer 4 like the conventional spontaneous light type display device shown in drawing 14 - drawing 16 . Practical, in order to raise the brightness by the side of an observer, it is good to use the electrode of the side near an observer as a transparent electrode 3, and to use as a reflector 2 the electrode which counters it. In the EL light emitting device 1, the diffraction structure 10 for controlling that total reflection of the light emitted within the luminous layer 4 is carried out by the equipment interface is further formed in the field of the opposite side in the luminous layer 4 of a transparent electrode 3. The diffraction structure 10 has the structure which arranged many microstructures 11 so that it might become the configuration of having the period of abbreviation identitas to the beam of light of all the luminescence directions in the location of the arbitration in a luminous layer 4.

[0021] You may make it arrange the diffraction structure 10 between a reflector 2 and a luminous layer 4, as shown in (a) of drawing 2 , and (b) instead of installing in a transparent electrode 3 side, as shown in drawing 1 . In drawing 2 , the diffraction structure 10 is formed by forming many microstructures 11 in the field of the opposite side in the transparent electrode 3 of a luminous layer 4, and a reflector 2 is formed on the diffraction structure 10. A microstructure 11 is the hole (pit) and projection object which have a circular cross section, for example.

[0022] Drawing 3 is drawing for explaining arrangement of the microstructure 11 in the diffraction structure 10, and a microstructure 11 shows the diffraction structure arranged so that it may have the period of abbreviation identitas centering on the location of the arbitration in the EL light emitting device 1. That is, when the concentric circle centering on the core of four microstructures 11 of arbitration is drawn and the radiation direction is seen from this core, also in which radiation direction, the microstructure 11 is arranged with the period of abbreviation identitas. the beam of light of all the luminescence directions that carry out incidence to the diffraction structure 10 of the EL light emitting device 1 by arrangement which will go away microstructure 11, and which was carried out -- receiving -- abbreviation -- since the diffraction structure of having the same period can be offered, compared with the spontaneous light type display using a conventional diffraction grating and a conventional zone plate, the luminous efficiency of the EL light emitting device 1 can be raised sharply.

[0023] (a) of drawing 4 and (b) are drawings explaining the one approach of arranging a microstructure 11 so that it may have the period of abbreviation identitas to the beam of light of all the luminescence directions that carry out incidence in the field of the diffraction structure 10, when a microstructure 11 is the pit of the diameter of said. First, as shown in (a) of drawing 4 , the condition of having carried out closest packing arrangement of the microstructure 11 is assumed. In this condition, the distance d of the center to center of two microstructures which arbitration adjoins is a value with the same it is equal to the diameter of a microstructure and said of two microstructures which any adjoin. Next, the value D which multiplied distance d by predetermined fixed numbers is calculated, and as shown in (b) of drawing 4 , many microstructures 11 are rearranged so that the distance of the center to center of two microstructures 11 which arbitration adjoins may be set to D . A microstructure 11 can be arranged so that this may have the period of abbreviation identitas to the beam of light of all the luminescence directions that carry out incidence in the field of the diffraction structure 10. In fact, the period of a microstructure 11 has 1 to desirable 20 micrometers. Moreover, in the case of a electrochromatic display, it is desirable to change a period according to the wavelength of a color for every pixel.

[0024] Drawing 5 shows the gestalt of operation of the 2nd of the spontaneous light type display device concerning this invention. Also in the gestalt of this 2nd operation, a spontaneous light type display device is the EL light emitting device 1, and is equipped with the transparent

electrode 3 of the electrode of the pair which pinches a luminous layer 4 and this luminous layer 4 which it comes out on the other hand, and are the back plate 2 of a certain reflexivity, and an electrode of another side, and the diffraction structure 12 for controlling the total reflection of the light in a display device interface. The beam of light emitted in the luminous layer 4 is the linearly polarized light or the abbreviation linearly polarized light which polarized in the direction of an arrow head X, and the diffraction structure 12 has the diffraction grating which arranged the straight-line-like grid in parallel. In this case, the direction of the grid of the diffraction structure 12 is [abbreviation] in agreement and in agreement with the polarization direction of the light of the linearly polarized light which emitted light from the luminous layer 4, or the abbreviation linearly polarized light. Although it is desirable that it is 1 micrometer to 20 micrometers as for the period of the diffraction grating which the diffraction structure 12 has, in the case of a color display component, it is desirable to change a period according to the wavelength of a color for every pixel.

[0025] About emitting light in the linearly polarized light from a luminous layer in EL display device, it is indicated by magazine Appl.Phys.Lett.Vol.67, No.11, 23.October1995, p.2436-2438, and "Polarized electroluminescence from oriented p-sexiphenyl vacuum-deposited film", and it is known, for example that the luminous layer oriented by rubbing etc. in organic electroluminescence will produce linearly polarized light luminescence of the direction. Fig.5 of this paper show that it is not different from the case of luminescence to which the former is not polarizing, i.e., an illuminant child does orientation, luminescence only gathers in the shape of the linearly polarized light, and luminescence capacity is not spoiled by orientation of a luminous layer, also when total luminescence brightness is polarization luminescence.

[0026] Similarly, magazine Appl.Phys.Lett.Vol.73, No.11, 14September 1998, and p.1595-1597 "Polarized light emission from a calamitic liquid crystalline semiconductor doped with dyes" have reported that the linearly polarized light emitted light, when direct-current bias is impressed to a liquid crystallinity semi-conductor. The luminescent material indicated by these papers can be used as a luminous layer in the EL display device 1.

[0027] In addition, although the diffraction structure 12 is installed in the field of the opposite side in the luminous layer 4 of a transparent electrode 3 in drawing 5, you may make it form the diffraction structure 12 between a reflector 2 and a luminous layer 4, as shown in (a) of drawing 6, and (b).

[0028] By abbreviation being [the polarization direction of the linearly polarized light emitted from the direction and luminous layer 4 of repeat structure of the diffraction structure 12, or the abbreviation linearly polarized light] in agreement and in agreement, as shown in drawing 5 and drawing 6 [of a grid] Since almost all light will change a travelling direction with the diffraction effects of the diffraction structure 12 and will avoid total reflection conditions The amount of the beam of light which arrives at the exterior of a component can be sharply raised as compared with the conventional non-polarized luminescence, and luminous efficiency can be raised more sharply than the conventional component.

[0029] Drawing 7 shows the gestalt of operation of the 3rd of the spontaneous light type display device concerning this invention. Also in the gestalt of this 3rd operation, a spontaneous light type display device is the EL light emitting device 1, and is equipped with the transparent electrode 3 of the electrode of the pair which pinches a luminous layer 4 and this luminous layer 4 which it comes out on the other hand, and are the back plate 2 of a certain reflexivity, and an electrode of another side, and the diffraction structure 12 for controlling the total reflection of the light in a display device interface. The light 6 emitted in the luminous layer 4 is the linearly polarized light or the abbreviation linearly polarized light which polarized in the direction of an arrow head Y, and the diffraction structure 12 has the diffraction grating which arranged the straight-line-like grid in parallel. In this case, the direction of the grid of the diffraction structure 12 is in the relation between a perpendicular or an abbreviation perpendicular in the polarization direction of the light 6 of the linearly polarized light emitted from the luminous layer 4, or the abbreviation linearly polarized light. Although it is desirable that it is 1 micrometer to 20 micrometers as for the period of the diffraction grating which the diffraction structure 12 has, in the case of a color display component, it is desirable to change a period according to the

wavelength of a color for every pixel.

[0030] If drawing 8 explains actuation of the EL display device 1 shown in drawing 7, the light 6 which came out from the emission center 7 of a luminous layer 4 will be emitted in all the directions from an emission center 7. However, since light 6 is the linearly polarized light, the radial plane is two-dimensional. That is, the direction Y of the linearly polarized light of the light which comes out from an emission center 7 is perpendicular to the radiation travelling direction Z of light 6. for this reason, the direction of repeat structure and the polarization direction of the light 6 from a luminous layer 4 which the diffraction grating of the diffraction structure 12 has -- a perpendicular or an abbreviation perpendicular -- it is -- making -- by things Since the amount of the beam of light which arrives at the exterior of a component since almost all light can change a travelling direction according to an operation of the diffraction structure 12 and avoids total reflection conditions improves sharply as compared with the conventional non-polarized luminescence, luminous efficiency can be raised more sharply than the conventional display device.

[0031] In addition, although the diffraction structure 12 is installed in the field of the opposite side in the luminous layer 4 of a transparent electrode 3 in drawing 7, you may make it form the diffraction structure 12 between a reflector 2 and a luminous layer 4, as shown in drawing 9. Moreover, the ingredient which can be used for the luminous layer 4 of the EL display device 1 in the gestalt of this 3rd operation is the same as the ingredient which can be used for a luminous layer 4 in the gestalt of the 2nd operation, and the ingredient indicated by the paper shown above is that example.

[0032]

[Example] Hereafter, that example is explained about each of the gestalt of the operation of the 1st of the spontaneous light type display device concerning this invention - the 3rd operation.

[0033] As the 1st example of the spontaneous light type display device concerning invention of two ***** about the gestalt of the 1st operation, EL display device of a configuration of being shown in drawing 1 was produced. ITO is used for this 1st example as a transparent electrode 3, aluminum is used for it as a reflector 2, and the laminating of the luminous layer 4 is carried out in the order which electron hole transportation layer alpha-NPD and ITO touch in the luminescence organic material Alq3 and electron hole transportation layer alpha-NPD. First, for the diameter of 1 micrometer, the pit with a depth of 50A was rearranged from close packed structure so that it might become the period of 10 micrometers, and the diffraction structure 10 was created by forming a pit by etching which used the photolithography method and fluoric acid on the glass substrate. Then, ITO was formed in the field in which the pit of a glass substrate was formed by vacuum evaporation, it considered as the transparent electrode 3, aluminum as a luminous layer 4 and a reflector 2 was formed in order on it, and EL display device was produced. In the luminous layer 4, the thickness of Alq3 made thickness of 2000A and alpha-NPD 1000A.

[0034] When the direct-current electric field of 7V were impressed to the luminous layer 4 by making ITO into straight polarity, having made aluminum as negative polarity, luminescence of brightness 500 cd/m² was able to be checked by 2 the current density of 0.2mA/mm.

[0035] As the 2nd example of the spontaneous light type display device concerning this invention, EL display device shown in drawing 2 was produced. This 2nd example used ITO as a transparent electrode 3, and used aluminum as a reflector 2, and the laminating of the luminous layer 4 was carried out in the order which electron hole transportation layer alpha-NPD and ITO touch in the luminescence organic material Alq3 and electron hole transportation layer alpha-NPD. First, the pit with a depth of 50A was rearranged from close packed structure the period of 10 micrometers for the diameter of 1 micrometer, the pit was formed by etching which used the photolithography method and fluoric acid for one field of a glass substrate, and the diffraction structure 10 was created. Then, aluminum was formed in the field in which the pit of a glass substrate was formed by vacuum evaporation, the reflector 2 was formed, subsequently to this order, a luminous layer 4 and ITO were formed on it, and the EL display device 1 was produced. The thickness of Alq3 of a luminous layer 4 made thickness of 2000A and alpha-NPD 1000A.

[0036] When the direct-current electric field of 7V were impressed to the luminous layer 4 by

making ITO into straight polarity, having made aluminum as negative polarity, luminescence of brightness 500 cd/m² was able to be checked by 2 the current density of 0.2mA/mm like the 1st example.

[0037] As an example of a comparison, the usual EL display device which does not form the diffraction structure 10 in the 1st example was produced by the same approach, and when the direct-current electric field of 7V were impressed to the luminous layer by making ITO into straight polarity, having made aluminum as negative polarity, only luminescence of 120 cd/m² was able to check brightness by 2 the current density of 0.2mA/mm. This shows that the display device of high brightness is producible 3 or more times with power with the more nearly same spontaneous light type display device of this invention. Since various ingredients, such as luminescent material in this example of a comparison and an electrode material, are completely the same as that of the 1st example, it can say [that the 1st example only raised the luminescence capacity which luminescent material originally has, i.e., the effectiveness which takes out a light required as a display device outside, and], and dependability, such as a life, does not fall at all.

[0038] As the 3rd example of the spontaneous light type display device concerning two example this inventions about the gestalt of the 2nd operation, EL display device shown in drawing 5 was produced. ITO is used for this 3rd example as a transparent electrode 3, aluminum is used for it as a reflector 2, and the laminating of the luminous layer 4 is carried out in the order which electron hole transportation layer alpha-NPD and ITO touch in the luminescence organic material Alq3 and electron hole transportation layer alpha-NPD. First, ITO was formed in the field where the diffraction structure 12 which is a diffraction grating with a width of face [of 1 micrometer] and a period of 1 micrometer was formed in one field of a glass substrate, and the diffraction grating of a glass substrate was formed in it of etching which used the photolithography method and fluoric acid by vacuum evaporatio, and it considered as the transparent electrode 3. Subsequently, on ITO, only the thickness of 1000A carried out alpha-NPD, only the thickness of 300A carried out vacuum evaporatio formation of Alq3 further, and the luminous layer 4 was formed. Then, rubbing of Alq3 was carried out in the same direction as the direction of a repeat of a diffraction grating, and again, vacuum evaporatio formation of Alq3 was carried out so that it might become 2000A of total thickness. Finally, aluminum was formed on the luminous layer 4, the reflector 2 was formed, and the component 1 was produced.

[0039] When the direct-current electric field of 7V were impressed to the luminous layer 4 by making ITO into straight polarity, having made aluminum as negative polarity, luminescence of brightness 500 cd/m² was able to be checked by 2 the current density of 0.2mA/mm. When light was observed using the polarizing plate, it was checked that light is polarizing in the direction which gave rubbing.

[0040] As the 4th example of the spontaneous light type display device concerning this invention, EL display device shown in drawing 6 was produced. ITO is used for this 4th example as a transparent electrode 3, aluminum is used for it as a reflector 2, and the laminating of the luminous layer 4 is carried out in the order which electron hole transportation layer alpha-NPD and ITO touch in the luminescence organic material Alq3 and electron hole transportation layer alpha-NPD. First, aluminum was formed in the field where the diffraction structure 12 which is a diffraction grating with a width of face [of 1 micrometer] and a period of 1 micrometer was formed in one field of a glass substrate, and the diffraction grating of a glass substrate was formed in it of etching which used the photolithography method and fluoric acid by vacuum evaporatio, and it considered as the reflector 2. Subsequently, only the thickness of 300A carried out vacuum evaporatio formation of Alq3 on it. In this way, after carrying out rubbing of formed Alq3 in the same direction as the direction of a repeat of a diffraction grating, it is total thickness about Alq3 again. Vacuum evaporatio formation was carried out so that it might become 2000A. Only the thickness of 1000A formed alpha-NPD on it, the luminous layer 4 was formed, finally ITO was formed, and the EL display device 1 was produced.

[0041] When the direct-current electric field of 7V were impressed to the luminous layer 4 by making ITO into straight polarity, having made aluminum as negative polarity, luminescence of brightness 500 cd/m² was able to be checked by 2 the current density of 0.2mA/mm. When light

was observed using the polarizing plate, it was checked that light is polarizing in the direction which gave rubbing.

[0042] EL display device which has the luminous layer which does not carry out rubbing processing in the 3rd example and the 4th example as an example of a comparison, and has the usual diffraction grating was produced in the same procedure, and when the direct-current electric field of 7V were impressed to the luminous layer by making ITO into straight polarity, having made aluminum as negative polarity, only luminescence of 200 cd/m² was able to check brightness by 2 the current density of 0.2mA/mm. When light was observed using the polarizing plate, light did not polarize.

[0043] As the 5th example of the spontaneous light type display device of invention of two ***** about the gestalt of the 3rd operation, EL display device shown in drawing 7 was produced. ITO is used for this 5th example as a transparent electrode 3, aluminum is used for it as a reflector 2, and the laminating of the luminous layer 4 is carried out in the order which electron hole transportation layer alpha-NPD and ITO touch in the luminescence organic material Alq3 and electron hole transportation layer alpha-NPD. First, by etching which used the photolithography method and fluoric acid for one field of a glass substrate, subsequently, the diffraction structure 12 which is a diffraction grating with a width of face [of 1 micrometer] and a period of 1 micrometer was formed, ITO was formed by vacuum evaporatio and it considered as the transparent electrode 3, and on it, only the thickness of 1000A carried out alpha-NPD, and only the thickness of 300A carried out vacuum evaporatio formation of Alq3 further. Then, rubbing of Alq3 was carried out in the perpendicular direction to the direction of a repeat of a diffraction grating, again, vacuum evaporatio formation was carried out and Alq3 was made into the luminous layer 4 so that it might become 2000A of total thickness. Finally aluminum was formed and the EL display device 1 was produced.

[0044] As the 6th example of the spontaneous light type display device concerning this invention, the EL display device 1 shown in drawing 9 was produced. ITO is used for this 6th example as a transparent electrode 3, aluminum is used for it as a reflector 2, and the laminating of the luminous layer 4 is carried out in the order which electron hole transportation layer alpha-NPD and ITO touch in the luminescence organic material Alq3 and electron hole transportation layer alpha-NPD. First, aluminum was formed in the field where the diffraction structure 12 which is a diffraction grating with a width of face [of 1 micrometer] and a period of 1 micrometer was formed in one field of a glass substrate, and the diffraction grating of a glass substrate was subsequently formed in it of etching which used the photolithography method and fluoric acid by vacuum evaporatio, and it considered as the reflector 2. Then, only the thickness of 300A formed Alq3 by vacuum evaporatio on it, rubbing of Alq3 was carried out in the perpendicular direction to the direction of a repeat of a diffraction grating, again, Alq3 was formed by vacuum evaporatio so that it might become 2000A of total thickness, finally ITO was formed, and the EL display device 1 was produced.

[0045] When the direct-current electric field of 7V were impressed to the luminous layer 4 by making ITO into straight polarity, having made aluminum as negative polarity, luminescence of brightness 500 cd/m² was able to be checked by 2 the current density of 0.2mA/mm. When light was observed using the polarizing plate, it was checked that light is polarizing in the direction which gave rubbing.

[0046] EL display device which is equipped with the luminous layer which does not carry out rubbing processing in the 5th example and the 6th example as an example of a comparison, and has the usual diffraction grating was produced, and when the direct-current electric field of 7V were impressed to the luminous layer by making ITO into straight polarity, having made aluminum as negative polarity, only luminescence of 200 cd/m² was able to check brightness by 2 the current density of 0.2mA/mm. Moreover, when light was observed using the polarizing plate, light did not polarize.

[0047] although the gestalt of the spontaneous light type display device concerning this invention and example of the 1st - the 3rd operation have so far been explained -- actually -- a spontaneous light display -- general -- thinking -- ***** -- in order to enable it to use it under a broad environment, the big problem of preventing not only the improvement in luminous

efficiency but reflection of outdoor daylight must be solved.

[0048] Although it is easy to recognize, a reflective mold display has the property of being hard to recognize, in the strong bright location of outdoor daylight in the weak dark location of outdoor daylight, in order to control brightness change by reflecting alphabetic character ***** and outdoor daylight. On the contrary, in order that outdoor daylight reflection in the interior of equipment or a front face may lower the relative contrast of luminescence, although it is easy to recognize a spontaneous light display, it has the property of being hard to recognize, in the weak dark location of outdoor daylight, in the strong bright location of outdoor daylight. In the bright location of a luminescence mold display, in order to solve the problem of being hard to recognize, the approach using a circular polarization of light plate is proposed from the former. The circular polarization of light which the approach using this circular polarization of light plate passed the circular polarization of light plate, reflected it on the interior of equipment or a front face, and became hard flow uses the property that a circular polarization of light plate cannot be penetrated.

[0049] Drawing 10 explains the above-mentioned conventional approach briefly. For example, EL display is considered as a spontaneous light display. Luminescence 13 occurs by pinching a luminous layer 4 with the reflexivity electrodes 2, such as a metal, and the transparent electrodes 3, such as ITO, and impressing electric field. In order to prevent reflection of outdoor daylight 14 and to acquire practical contrast, the circular polarization of light component 17 which carried out the laminating of the quarter-wave length phase contrast component 15 and the linearly polarized light component 16 is installed in the outside of a transparent electrode 3. The quarter-wave length phase contrast component 15 and the linearly polarized light component 16 are arranged so that those main shafts may accomplish the include angle of 45 degrees mutually. After the outdoor daylight 14 which passed the circular polarization of light component 17 in order of the linearly polarized light component 16 and the quarter-wave length phase contrast component 15, and turned into the circular polarization of light passes through the inside of EL display, it is reflected with a reflector 2, and it is changed into the circular polarization of light of hard flow, and passes through the inside of EL display again. By passing again the quarter-wave length phase contrast component 15 in this condition, it is changed into the linearly polarized light of perpendicular plane of polarization to the polarization shaft of the linearly polarized light component 16. In this condition, since the linearly polarized light component 16 cannot be passed, it will be in the good dark condition that outdoor daylight reflection is not recognized by the observer, and practical contrast can be acquired.

[0050] It is necessary to take into consideration the outdoor daylight reflection by such circular polarization of light component being an important technique it is [a technique] indispensable in EL display, and it being inadequate just to examine the luminous efficiency of an EL element on laboratory level in practical use, always shining, and installing a polarizing element in an ejection side.

[0051] Hereafter, the gestalt of operation of the 4th of the spontaneous light type display device concerning this invention is explained using (a) of drawing 11 , and (b). The spontaneous light type display device 1 of the gestalt of the 4th operation also carries out the laminating of the reflexible back plate 2, a luminous layer 4, and the transparent electrode 3 to this order, forms the diffraction structure 12 on a transparent electrode 3, covers the diffraction structure 12 top with the transparence substrate 18, and has further the structure of forming the circular polarization of light component 17 on the transparence substrate 18. [as well as the spontaneous light type display device shown in drawing 5] As shown in (b) of drawing 11 , the diffraction structure 12 has the diffraction grating which arranged the straight-line-like grid in parallel, and or the direction of a repeat of a diffraction grating and the polarization direction 19 of the circular polarization of light component 17 are in agreement, it is arranged to the circular polarization of light component 17 so that abbreviation coincidence may be carried out.

[0052] By adopting such structure and installing the circular polarization of light component 17 in the optical ejection side of the spontaneous light type display device 1, it becomes possible to prevent reflection of outdoor daylight. As a result of total reflection's being avoided by the diffraction structure 12 and improving drawing effectiveness, a figure 20 comes to show

distribution of luminescence to (b) of drawing 11 .

[0053] The reason which distribution of luminescence comes to show in a figure 20 in (b) of drawing 11 is as follows. When the gestalt of the 1st - the 3rd operation of the spontaneous light type display device concerning this invention was explained previously, that luminous efficiency improves by the diffraction structure 10 said that it is [of luminescence in alignment with the periodic structure of this diffraction structure 10] a sake. However, in the spontaneous light type display device 1 in the gestalt of the 1st - the 3rd operation of this invention, there is more luminescence which is not influenced [it is uninfluential of the diffraction structure] of a microstructure 11 or a diffraction grating 12 overwhelmingly. For this reason, in the condition of not installing the circular polarization of light component 17, the whole luminous efficiency does not improve like expectation.

[0054] However, since only luminescence of the distribution which improved drawing effectiveness by the diffraction structure 12 can be taken out by the circular polarization of light component 17 if in agreement and abbreviation in agreement [the direction of a repeat of the periodic structure of the diffraction structure 12, and the polarization direction of the circular polarization of light component 17] when the practically indispensable circular polarization of light component 17 is taken into consideration, luminous efficiency can be raised sharply practically.

[0055] Since a transparent electrode 3 is directly formed on the diffraction structure 12 in drawing 11 , the configuration of the diffraction structure 12 will be reflected in a transparent electrode 3, and bad influences, such as poor electric-field impression and poor carrier impregnation, may come out depending on the case. What is necessary is to install the transparent flattening layers 21, such as a product made of resin, on a transparent electrode 3, and just to form the diffraction structure 12 in the flattening layer 21, as shown in drawing 12 in order to avoid such a bad influence.

[0056] In addition, in the gestalt of implementation of the 4th of this invention, even if it installs the diffraction structure 12 in a transparent electrode 3 side like drawing 11 and drawing 12 about a luminous layer 4, as shown in drawing 13 , you may form in a reflector 2 side.

[0057] Since it was [the direction of a repeat of the periodic structure of the diffraction structure 12, and the polarization shaft of the circular polarization of light component 17 / abbreviation] in agreement and in agreement in the gestalt of implementation of the 4th of this invention as explained above, as compared with conventional equipment, luminous efficiency can be raised sharply practical. Although the structural period of the diffraction structure 12 may be the same as that of the case of the conventional spontaneous light type display device shown in drawing 14 , it is desirable that it is 1 micrometer to 20 micrometers. Moreover, when applying the spontaneous light type display device in the gestalt of the 4th operation to a electrochromatic display, it is desirable to change the structural period of the diffraction structure 12 according to the wavelength of a color for every pixel.

[0058] As the 7th example of the spontaneous light type display device concerning invention of three ***** about the gestalt of the 4th operation, EL display device shown in drawing 11 was produced. In this EL display device, the laminating of the luminescence organic material Alq3 and electron hole transportation layer alpha-NPD was carried out, ITO was used for the transparent electrode 3, it used aluminum for the reflector 2, and the luminous layer 4 carried out the laminating in the order which electron hole transportation layer alpha-NPD and ITO touch. First, the diffraction grating with a width of face [of 1 micrometer] and a period of 1 micrometer was formed as the diffraction structure 12 by etching which used the photolithography method and fluoric acid for the glass substrate, then ITO was formed in this glass substrate by vacuum evaporatio, alpha-NPD was formed by 1000A, Alq3 was formed by 2000A vacuum evaporatio, finally aluminum was formed, and EL display device was produced. Subsequently, the location was decided and the circular polarization of light component which combined the quarter-wave length phase contrast component and the polarizing plate so that each main shaft might become the include angle of 45 degrees has been arranged so that a quarter-wave length phase contrast component may contact the field by the side of the optical ejection of EL display device, and so that the polarization direction of a circular polarization of

light component may be in agreement with the direction of a repeat of the periodic structure of a diffraction grating.

[0059] In this way, in formed EL display device, when the direct-current electric field of 7V were impressed by making ITO into straight polarity, having made aluminum as negative polarity, luminescence of brightness 250 cd/m² was able to be checked by current density 0.2A/mm².

[0060] As the 8th example of the spontaneous light type display device concerning this invention, EL display device shown in drawing 12 was produced. This EL display device forms the resin overcoat currently used with the color filter for LCD as a flattening layer on the diffraction grating formed in the glass substrate in the 7th above-mentioned example. Then, when the direct-current electric field of 7V were impressed by making ITO into straight polarity, having made aluminum as negative polarity, luminescence of brightness 300 cd/m² was able to be checked by 2 the current density of 0.3mA/mm.

[0061] As the 9th example of the spontaneous light type display device concerning this invention, EL display device shown in drawing 13 was produced. This EL display device was produced in the same procedure as the 7th example except having made the transparent electrode and the reflector reverse and having made the order of a laminating of a luminous layer reverse. Then, when the direct-current electric field of 7V were impressed by making ITO into straight polarity, having made aluminum as negative polarity, brightness 250 cd/m² and the same luminescence as the 7th example were able to be checked by 2 the current density of 0.2mA/mm.

[0062] As an example of a comparison, the usual EL display device of the structure which removed the diffraction grating from the 7th example was produced similarly. When the direct-current electric field of 7V were impressed by making ITO into straight polarity in this EL display device, having made aluminum as negative polarity, brightness was able to check only luminescence of 80 cd/m² by 2 the current density of 0.2mA/mm.

[0063] As mentioned above, although the gestalt and example of some operation of a spontaneous light type display device concerning this invention have been explained, this invention is not limited to these.

[0064]

[Effect of the Invention] As mentioned above, this invention can raise sharply the luminous efficiency of a spontaneous light type display device, without being dependent on luminescent material, and, moreover, does so the effectiveness according to rank of having no effect on the life and dependability of a display device as understood from the place explaining the gestalt and example of implementation of this invention.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] (a) is the sectional view of the gestalt of operation of the 1st of the spontaneous light type display device concerning this invention, and (b) is drawing showing the relation between the light from a luminous layer, and arrangement of a microstructure.

[Drawing 2] (a) is the sectional view of the modification of the gestalt of operation of the 1st of the spontaneous light type display device concerning this invention, and (b) is drawing showing the relation between the light from a luminous layer, and arrangement of a microstructure.

[Drawing 3] It is drawing for explaining arrangement of a microstructure.

[Drawing 4] (a) And (b) is drawing for explaining the method of arrangement of the microstructure in the diffraction structure.

[Drawing 5] (a) is the sectional view of the gestalt of operation of the 2nd of the spontaneous light type display device concerning this invention, and (b) is drawing showing the relation between the light from a luminous layer, and arrangement of the diffraction structure.

[Drawing 6] (a) is the sectional view of the modification of the gestalt of operation of the 2nd of the spontaneous light type display device concerning this invention, and (b) is drawing showing the relation between the light from a luminous layer, and arrangement of the diffraction structure.

[Drawing 7] (a) is the sectional view of the gestalt of operation of the 3rd of the spontaneous light type display device concerning this invention, and (b) is drawing showing the relation between the light from a luminous layer, and arrangement of the diffraction structure.

[Drawing 8] (a) And (b) is drawing for explaining the relation of the polarization direction of light and radiation travelling direction in the gestalt of the 3rd operation.

[Drawing 9] (a) is the sectional view of the modification of the gestalt of operation of the 3rd of the spontaneous light type display device concerning this invention, and (b) is drawing showing the relation between the light from a luminous layer, and arrangement of a microstructure.

[Drawing 10] It is drawing for explaining the outdoor daylight acid-resisting technique using a circular polarization of light plate.

[Drawing 11] (a) is the sectional view of the gestalt of operation of the 4th of the spontaneous light type display device concerning this invention, and (b) is drawing showing the relation between the light from a luminous layer, and the diffraction structure.

[Drawing 12] It is drawing which is shown in drawing 11 and in which showing the modification of the gestalt of the 4th operation.

[Drawing 13] It is drawing showing other modifications of the gestalt of the 4th operation shown in drawing 11.

[Drawing 14] (a) is the sectional view of the conventional spontaneous light type display device, and (b) is drawing showing the relation between the light from a luminous layer, and a diffraction grating.

[Drawing 15] (a) is the sectional view of other conventional spontaneous light type display devices, and (b) is drawing showing the relation between the light from a luminous layer, and a diffraction grating.

[Drawing 16] (a) is the sectional view of another conventional spontaneous light type display

device, and (b) is drawing showing the relation between the light from a luminous layer, and a diffraction grating.

[Description of Notations]

1: EL display device 2: Reflector 3: Transparent electrode 4 : [Luminous layer,] 6: Light 7: Emission center 10: Diffraction structure 11 : [Microstructure,] 12: Diffraction structure X, Y: The polarization direction Z : [Radiation travelling direction,] 13: Luminescence 14: Outdoor daylight It is a phase reference component about $15:1/4$ wave. 16: Linearly polarized light component 17: Circular polarization of light component 18: Transparence substrate 19: The polarization direction 20: Illuminant cloth 21: Flattening layer

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-158095
(P2002-158095A)

(43) 公開日 平成14年5月31日 (2002.5.31)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	デマコード* (参考)
H 0 5 B 33/22		H 0 5 B 33/22	Z 3 K 0 0 7
G 0 9 F 9/00	3 6 5	G 0 9 F 9/00	3 6 5 Z 5 C 0 9 4
	9/30 3 4 9		9/30 3 4 9 Z 5 G 4 3 5
H 0 5 B 33/14		H 0 5 B 33/14	A

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2000-391382(P2000-391382)
(22) 出願日 平成12年12月22日 (2000. 12. 22)
(31) 優先権主張番号 特願2000-269923(P2000-269923)
(32) 優先日 平成12年9月6日 (2000. 9. 6)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005049
シャープ株式会社
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(72) 発明者 伊藤 信行
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号シャープ株式会社内
(72) 発明者 金子 毅
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号シャープ株式会社内
(74) 代理人 100089705
弁理士 社本 一夫 (外5名)

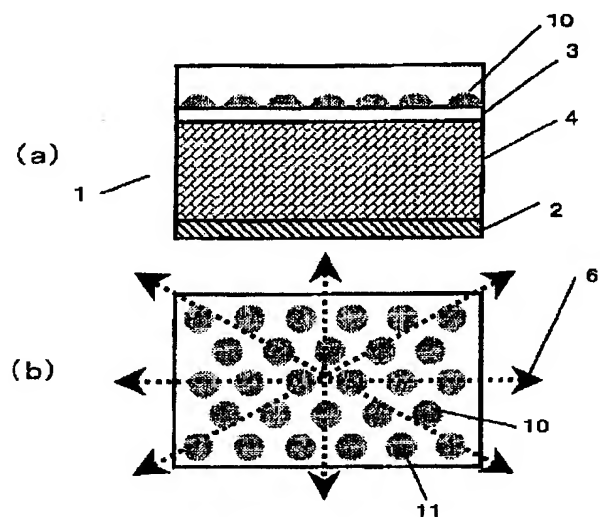
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回折構造体を備えた自発光型表示素子

(57) 【要約】

【課題】 自発光型表示素子の発光効率を向上させること。

【解決手段】 自発光型表示素子1は、発光層4と、該発光層を挟むよう設けられて該発光層に電界を印加するための一対の電極2、3とを備える。一対の電極2、3の一方に、周期構造を有する回折構造体10が設けられ、任意の場所での前記周期構造の形状は、発光層4から発せられるほぼ全ての方向の光線に対して略同一の周期を有する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 発光層と、該発光層を挟むよう設けられて該発光層に電界を印加するための一対の電極とを備えた自発光型表示素子であって、前記電極の少なくとも一方に、周期構造を有する回折構造体が設けられ、任意の場所での前記周期構造の形状が、前記発光層から発せられるほぼ全ての方向の光線に対して略同一の周期を有することを特徴とする自発光型表示素子。

【請求項2】 前記回折構造体が、最密充填配置から再配置された微小構造物を備えることを特徴とする請求項1記載の自発光型表示素子。

【請求項3】 発光層と、該発光層を挟むよう設けられて該発光層に電界を印加するための一対の電極と、該電極の少なくとも一方に設けられ且つ周期構造を有する回折構造体とを備えた自発光型表示素子であって、前記発光層から発せられる光が直線偏光或いは略直線偏光であり、前記回折構造体における前記周期構造の繰り返し方向と前記光の偏光方向とが一致或いは略一致することを特徴とする自発光型表示素子。

【請求項4】 発光層と、該発光層を挟むよう設けられて該発光層に電界を印加するための一対の電極と、該電極の少なくとも一方に設けられ且つ周期構造を有する回折構造体とを備えた自発光型表示素子であって、前記発光層から発せられる光が直線偏光或いは略直線偏光であり、前記回折構造体における前記周期構造の繰り返し方向と前記光の偏光方向とが直交或いは略直交することを特徴とする自発光型表示素子。

【請求項5】 前記回折構造体が直線状の格子を有する回折格子であることを特徴とする請求項3又は4記載の自発光型表示素子。

【請求項6】 少なくとも基板と発光部を備えてなる表示素子であって、前記基板に周期構造が設けられ、該基板の光り出し面側に偏光層を、その偏光方向と前記周期構造の繰り返し方向とが一致或いは略一致する様に設置したことを特徴とする自発光型表示素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、エレクトロルミネッセンス（EL）素子のような自発光型表示装置に好適な表示素子に関する。

【0002】

【従来の技術】電子的表示装置は、光線の利用方法によって大きく2つの種類に分類される。その1つは、表示装置を形成する制御素子自身は発光せず、外光を透過、遮断するための、いわゆるシャッターとして動作して表示装置を構成する受光型表示装置であり、他は、制御素

子自身が発光して輝度として使用者に認識させる自発光型表示装置である。

【0003】受光型表示装置としては、液晶表示装置（LCD）が良く知られており、現在広く普及している。自発光型表示装置としては、現在最も普及している冷陰極管（CRT）をはじめとして、有機EL（エレクトロルミネッセンス）、無機EL、プラズマ・ディスプレイ・パネル（PDP）、発光ダイオード表示装置（LED）、蛍光表示管表示装置（VFD）、フィールド・エミッション・ディスプレイ（FED）などがある。自発光型表示装置の中には既に実用化が始まったものがあり、他のものについても活発に開発が行われている。

【0004】LCDに代表される受光型表示装置は、光源を必要とするため、バックライトを備えるのが普通であり、表示情報の様態に拘わらず常にバックライトが点灯しているので、全表示状態とほぼ変わらない電力を消費することになる。これに対して、自発光型表示装置は、表示情報に応じて、点灯する必要のある箇所だけが電力を消費するので、受光型表示装置に比較して電力消費が少ないという利点が原理的にある。

【0005】また、受光型表示装置の代表であるLCDは、液晶の複屈折による偏光制御を利用しているため、観察する方向によって表示状態が大きく変わる、いわゆる視野角依存性が強いものに対して、自発光型表示装置にはこの問題がほとんど無いという利点もある。

【0006】さらに、LCDは有機弾性物質である液晶の誘電異方性に由来する分子配向変化を利用するため、原理的に、電気信号に対する応答時間は1ミリ秒以上であり、このため、こうした応答の遅さに由来する動画残像の問題が生じる。これに対して、上記のように開発が進められている自発光型表示装置は、電子及び正孔というキャリアの遷移、電子放出、プラズマ放電などを利用しているため、応答時間はナノ秒のオーダーであって、液晶とは比較にならないほど高速であり、応答の遅さに由来する動画残像が問題になることはない。

【0007】このように多くの利点を持った自発光型表示装置であるが、現在のところ、完全に実用化されているのはCRTのみであり、今後ますます需要が伸びると予測される平面表示装置としては未だにLCDが主流である。自発光型表示装置が実用化されない大きな原因の一つは、その発光効率の低さである。LCDは、常に照明のためにバックライトを点灯させなければならないので電力消費量が大きい、その発光効率、輝度、寿命など、どの特性においても完成された技術であり、長時間安定に効率良く発光し続けるという点においては実用上ほぼ問題がない。これに対して、自発光型表示装置においては、長時間安定に効率良く発光し続けるという基本的な特性が実用的なレベルにまで達していないのが実状である。

【0008】自発光型表示装置の安定性や発光効率を向

上させるために、発光材料の開発が進められているが、フルカラー表示を行なうためには、赤、青、緑を発光する材料のそれぞれについて、こうした技術的課題を解決する必要がある。このため、フルカラー表示の可能な自発光型表示装置のための発光材料を開発することは容易ではない。

【0009】このため、発光材料に依存しないで安定性や発光効率を向上させる技術が必要となってくる。特にEL表示装置において大きな問題は、発光層から発せられた光のうち、表示装置を構成する基板や大気との界面で全反射されてしまっ

て表示装置の外部に到達することのない光が存在するということである。これは、主に、発光材料の屈折率の方が基板や大気の屈折率よりも大きいために生じるものである。

【0010】EL表示装置におけるこうした全反射の問題を解決する方法の一つは、図14の(a)及び(b)に示すように、EL表示装置を構成するEL表示素子の各々に直線状の回折格子を設けることである。回折格子により光の進行が変化するため、界面への進入角度も変わり、全反射を減らすことができる。図14において、EL表示素子1は、反射性の背面電極2、発光層4、透明電極3及び回折格子5をこの順に積層した構造を有する。なお、6は発光層4から発せられた光、7は発光層4の発光中心を示している。こうした構造を採用したことにより、発光層4から発せられた光6のうち界面で全反射されて外部に到達できなかった光の一部は、回折格子5によって回折され進行方向を変えられ、全反射条件を回避して外部に到達することになるので、結果的にEL表示素子1から外部へ到達する光線の量が増すことになり、回折格子5が無い場合よりも発光効率は向上する。しかしながら、回折格子5として、いわゆる単純な回折格子を使用したのでは、図14から明らかなように、発光中心7から放射される光線のうち、回折格子5に垂直な光は上記の如く回折されて外部に到達するが、他の殆どの光は回折の影響を受けないため、発光効率はそれほど向上しないのが実状である。

【0011】EL表示素子における全反射の問題を解決するために、図15の(a)及び(b)に示すように、千鳥状の格子を設けた2次元回折格子5'を使用する提案がなされた。しかし、この場合も、回折格子5'に対して斜め方向に入射される大部分の光線は回折の影響を受けないため、界面で全反射される光量の低減には余り役立たない。同じ目的で、図16の(a)及び(b)に示すようなゾンプレート5''も提案されている。しかし、この場合も、ゾンプレート5''の中心で発光した光線の全てが理想的に回折されるにすぎず、ゾンプレート5''の中心以外で発光される他の大部分の光線は回折の影響を受けないため、図14及び図15に示す回折格子と同様に、図16のゾンプレート5''も全反射問題を有効に解決するものではない。

【0012】このように、図14～図16に示す回折格子は、原理的には、発光層の材料に対する依存性が無く且つ自発光型表示素子の発光効率を向上させるものと考えられるが、実際には、自発光型表示素子において界面で全反射される光を低減して発光効率を向上させるのに十分な効果を発揮するものではなかった。

【0013】更に、有機EL表示素子から取り出し得る光量を増すため、有機EL発光層を挟む一対の電極のうち一方の電極に突起を形成し、他方の電極に凹部を設けるようにした表示素子も提案されている。しかし、この表示素子は回折現象を利用するものではなく、凹部を有する方の電極での光線の反射を利用して光線の取り出し効率を上げるようにしているが、他方の電極に形成された突起によって有機EL発光層の発光面積が減少するため、突起がない場合に比べて輝度が低下することになる。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】この発明は、上記の課題に鑑みて提案されたものであり、発光層内から発せられた光のうち界面で全反射される光の割合を低減した自発光型表示素子を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、請求項1の発明は、発光層と、該発光層を挟むよう設けられて該発光層に電界を印加するための一対の電極とを備えた自発光型表示素子であって、前記電極の少なくとも一方に、周期構造を有する回折構造体が設けられ、任意の場所での前記周期構造の形状が、前記発光層から発せられるほぼ全ての方向の光線に対して略同一の周期を有することを特徴とする自発光型表示素子、を提供する。

【0016】請求項2の発明は、前記回折構造体が、最密充填配置から再配置された微小構造物を備えるようにしたものである。請求項3の発明は、発光層と、該発光層を挟むよう設けられて該発光層に電界を印加するための一対の電極と、該電極の少なくとも一方に設けられ且つ周期構造を有する回折構造体とを備えた自発光型表示素子であって、前記発光層から発せられる光が直線偏光或いは略直線偏光であり、前記回折構造体における前記周期構造の繰り返し方向と前記光の偏光方向とが一致或いは略一致することを特徴とする自発光型表示素子、を提供する。

【0017】また、請求項4の発明は、発光層と、該発光層を挟むよう設けられて該発光層に電界を印加するための一対の電極と、該電極の少なくとも一方に設けられ且つ周期構造を有する回折構造体とを備えた自発光型表示素子であって、前記発光層から発せられる光が直線偏光或いは略直線偏光であり、前記回折構造体における前記周期構造の繰り返し方向と前記光の偏光方向とが直交或いは略直交することを特徴とする自発光型表示素

子、を提供する。

【0018】請求項5の発明は、前記回折構造体を直線状の格子を有する回折格子としたものである。請求項6の発明は、少なくとも基板と発光部とを備えた表示素子であって、前記基板に周期構造が設けられ、該基板の光り出し面側に偏光層を、その偏光方向と前記周期構造の繰り返し方向とが一致或いは略一致する様に設置したことを特徴とする自発光型表示素子、を提供する。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、この発明に係る自発光型表示素子の若干の実施の形態について説明する。なお、以下の説明において、図14～図16に示す従来の自発光型表示素子における同じ又は同様の構成要素には同一の参照数字を付すことにする。

【0020】図1は、この発明に係る自発光型表示素子の第1の実施の形態を示している。同図において、自発光型表示素子はEL発光素子1であり、図14～図16に示す従来の自発光型表示素子と同様に、発光層4と、該発光層4を挟持して発光層4に電界を印加することにより発光層4を発光させるための一対の電極2、3とを有する。実用的には、観察者側の輝度を向上させるため、観察者に近い側の電極を透明電極3とし、それに対向する電極を反射電極2とするのがよい。EL発光素子1において、更に、透明電極3の発光層4とは反対側の面に、発光層4内で発せられた光が装置界面で全反射されるのを抑制するための回折構造体10が設けられる。回折構造体10は、発光層4内の任意の場所での全ての発光方向の光線に対して略同一の周期を有する構成となるよう多数の微小構造物11を配列した構造を有する。

【0021】回折構造体10は、図1に示すように透明電極3側に設置する代わりに、図2の(a)及び(b)に示すように反射電極2と発光層4との間に配置するようにしても良い。図2において、回折構造体10は、発光層4の透明電極3とは反対側の面に多数の微小構造物11を形成することにより設けられ、回折構造体10の上に反射電極2が形成される。微小構造物11は、例えば、円形の断面を有する孔(ピット)や突起体である。

【0022】図3は、回折構造体10における微小構造物11の配置を説明するための図であって、微小構造物11はEL発光素子1における任意の位置を中心に略同一の周期を有するよう配置した回折構造を示す。即ち、任意の4個の微小構造物11の中心を中心とする同心円を描いて該中心から放射方向を見たとき、いずれの放射方向においても微小構造物11が略同一の周期で配置されている。微小構造物11のこうした配置により、EL発光素子1の回折構造体10に入射する全ての発光方向の光線に対して略同一の周期を有する回折構造を提供することができるので、従来の回折格子やゾンプレートを用いた自発光型表示装置に比べて、EL発光素子1の発光効率を大幅に向上させることができる。

【0023】図4の(a)及び(b)は、微小構造物11が同径のピットである場合に、回折構造体10の面に入射する全ての発光方向の光線に対して略同一の周期を有するよう微小構造物11を配置する一つの方法を説明する図である。まず、図4の(a)に示すように、微小構造物11を最密充填配置した状態を想定する。この状態においては、任意の隣り合う2つの微小構造物の中心間の距離dは微小構造物の直径に等しく、いずれの隣り合う2個の微小構造物についても同じ値である。次に、距離dに所定の一定数を乗じた値Dを求め、多数の微小構造物11を、図4の(b)に示すように、任意の隣り合う2個の微小構造物11の中心間の距離がDになるように再配置する。これにより、回折構造体10の面に入射する全ての発光方向の光線に対して略同一の周期を有するよう微小構造物11を配置することができる。実際には、微小構造物11の周期は1μmから20μmが望ましい。また、カラー表示装置の場合には、画素毎に、色の波長に応じて周期を変えることが望ましい。

【0024】図5は、この発明に係る自発光型表示素子の第2の実施の形態を示している。この第2の実施の形態においても、自発光型表示素子はEL発光素子1であり、発光層4と、該発光層4を挟持する一対の電極の一方である反射性の背面電極2と、他方の電極である透明電極3と、表示素子界面での光の全反射を抑制するための回折構造体12とを備えている。発光層4において発せられた光線は矢印Xの方向に偏光した直線偏光あるいは略直線偏光であり、回折構造体12は直線状の格子を平行に配列した回折格子を有する。この場合、回折構造体12の格子の方向は、発光層4から発光された直線偏光または略直線偏光の光の偏光方向と一致または略一致する。回折構造体12の有する回折格子の周期は、1μmから20μmであることが望ましいが、カラー表示素子の場合には、画素毎に色の波長に応じて周期を変えることが望ましい。

【0025】EL表示素子において発光層から直線偏光を発光し得ることに關しては、例えば、雑誌Appl. Phys. Lett. Vol. 67, No. 11, 23, October 1995, p. 2436-2438, "Polarized electroluminescence from oriented p-sexiphenyl vacuum-deposited film"に記載されており、有機ELにおいてはラビング等によって方向付けされた発光層がその方向の直線偏光発光を生じることが知られている。この論文のFig. 5は、トータルの発光輝度が偏光発光の場合にも従来の偏光していない発光の場合と変わらないこと、即ち、発光層の方向付けによって発光分子が配向して発光が直線偏光状に揃うだけであって発光能力が損なわれることは無いことを示している。

【0026】同様に、雑誌Appl. Phys. Let

t. Vol. 73, No. 11, 14 September 1998, p. 1595-1597” Polarized light emission from a calamitic liquid crystal line semiconductor doped with dyes” は、液晶性半導体に直流バイアスを印加したときに直線偏光が発光されたことを報告している。EL表示素子1における発光層として、これらの論文に記載された発光材料を用いることができる。

【0027】なお、図5においては回折構造体12は透明電極3の発光層4とは反対側の面に設置されているが、図6の(a)及び(b)に示すように、回折構造体12を反射電極2と発光層4との間に形成するようにしてもよい。

【0028】図5及び図6に示すように、回折構造体12の格子の繰り返し構造の方向と発光層4から発せられる直線偏光または略直線偏光の偏光方向とを一致または略一致させることにより、ほとんど全ての光は回折構造体12の回折効果により進行方向を変化されて全反射条件を回避することになるので、素子の外部に到達する光線の量を従来の無偏光発光に比較して大幅に向上させることができ、従来の素子よりも大幅に発光効率を向上させることができる。

【0029】図7は、この発明に係る自発光型表示素子の第3の実施の形態を示している。この第3の実施の形態においても、自発光型表示素子はEL発光素子1であり、発光層4と、該発光層4を挟持する一対の電極の一方である反射性の背面電極2と、他方の電極である透明電極3と、表示素子界面での光の全反射を抑制するための回折構造体12とを備えている。発光層4において発せられた光6は矢印Yの方向に偏光した直線偏光あるいは略直線偏光であり、回折構造体12は直線状の格子を平行に配列した回折格子を有する。この場合、回折構造体12の格子の方向は、発光層4から発せられた直線偏光または略直線偏光の光6の偏光方向に垂直または略垂直の関係にある。回折構造体12の有する回折格子の周期は、1 μ mから20 μ mであることが望ましいが、カラー表示素子の場合には、画素毎に色の波長に応じて周期を変えることが望ましい。

【0030】図7に示すEL表示素子1の動作を図8により説明すると、発光層4の発光中心7から出た光6は、発光中心7から全方向に放射される。ただし、光6は直線偏光であるため、その放射面は2次元である。即ち、発光中心7から出る光の直線偏光の方向Yは光6の放射進行方向Zに対して垂直である。このため、回折構造体12の回折格子の有する繰り返し構造の方向と発光層4からの光6の偏光方向とは垂直または略垂直であるようにすることにより、ほとんど全ての光が回折構造体12の作用により進行方向を変えられて全反射条件を回避するので、素子の外部に到達する光線の量は従来の無

偏光発光に比較して大幅に向上するので、従来の表示素子よりも大幅に発光効率を向上させることができる。

【0031】なお、図7においては回折構造体12は透明電極3の発光層4とは反対側の面に設置されているが、図9に示すように、回折構造体12を反射電極2と発光層4との間に形成するようにしてもよい。また、この第3の実施の形態においてEL表示素子1の発光層4に使用し得る材料は、第2の実施の形態において発光層4に使用し得る材料と同じであり、前掲の論文に記載された材料がその一例である。

【0032】

【実施例】以下、この発明に係る自発光型表示素子の第1の実施の形態～第3の実施の形態のそれぞれについて、その実施例を説明する。

【0033】第1の実施の形態に関する2つの実施例

この発明に係る自発光型表示素子の第1実施例として、図1に示す構成のEL表示素子を作製した。この第1実施例は、透明電極3としてITO、反射電極2としてA1を用い、発光層4は発光有機材料Alq3と正孔輸送層 α -NPDとを、正孔輸送層 α -NPDとITOとが接する順で積層したものである。まず、直径1 μ mで深さ50Åのピットを周期10 μ mとなるよう最密充填構造から再配置し、ピットをガラス基板上にフォトリソグラフィ法とフッ酸を用いたエッチングにより形成することで回折構造体10を作成した。続いて、ガラス基板のピットが形成された面にITOを蒸着により形成して透明電極3とし、その上に発光層4、反射電極2としてのA1を順に形成してEL表示素子を作製した。発光層4において、Alq3の厚みは2000Å、 α -NPDの厚みは1000Åとした。

【0034】A1を負極性、ITOを正極性として7Vの直流電界を発光層4に印加したところ、電流密度0.2mA/mm²で輝度500cd/m²の発光を確認することができた。

【0035】この発明に係る自発光型表示素子の第2実施例として、図2に示すEL表示素子を作製した。この第2実施例は透明電極3としてITOを、反射電極2としてA1を用い、発光層4は発光有機材料Alq3と正孔輸送層 α -NPDを、正孔輸送層 α -NPDとITOとが接する順で積層した。まず、直径1 μ mで深さ50Åのピットを周期10 μ mで最密充填構造から再配置し、ピットをガラス基板の一方の面にフォトリソグラフィ法とフッ酸を用いたエッチングにより形成して回折構造体10を作成した。続いて、ガラス基板のピットが形成された面にA1を蒸着により形成して反射電極2を形成し、次いで、その上に発光層4とITOをこの順に形成してEL表示素子1を作製した。発光層4のAlq3の厚みは2000Å、 α -NPDの厚みは1000Åとした。

【0036】A1を負極性、ITOを正極性として7V

の直流電界を発光層4に印加したところ、第1実施例と同様に、電流密度 0.2 mA/mm^2 で輝度 500 cd/m^2 の発光を確認することができた。

【0037】比較例として、第1実施例に回折構造体10を設けない通常のEL表示素子を同様の方法で作製し、A1を負極性、ITOを正極性として7Vの直流電界を発光層に印加したところ、電流密度 0.2 mA/mm^2 で輝度は 120 cd/m^2 の発光しか確認することができなかった。これは、この発明の自発光型表示素子の方が同一の電力で3倍以上も高輝度の表示素子を作製することができることを示している。この比較例における発光材料、電極材料等の各種材料は第1実施例と全く同一であるから、第1実施例は、発光材料が本来持つ発光能力、即ち、表示素子として必要な光を外部に取出す効率を向上させただけであると言うことができ、寿命等の信頼性は全く低下することがない。

【0038】第2の実施の形態に関する2つの実施例
本発明に係る自発光型表示素子の第3実施例として、図5に示すEL表示素子を作製した。この第3実施例は、透明電極3としてITOを、反射電極2としてA1を用い、発光層4は発光有機材料A1q3と正孔輸送層 α -NPDを、正孔輸送層 α -NPDとITOとが接する順で積層したものである。まず、ガラス基板の一方の面に、フォトリソグラフィ法とフッ酸を用いたエッチングにより、幅 $1\text{ }\mu\text{m}$ 、周期 $1\text{ }\mu\text{m}$ の回折格子である回折構造体12を形成し、ガラス基板の回折格子が形成された面にITOを蒸着により形成して透明電極3とした。次いで、ITOの上に α -NPDを厚み $1000\text{ }\text{\AA}$ だけ、更にA1q3を厚み $300\text{ }\text{\AA}$ だけ蒸着形成して発光層4を形成した。その後、回折格子の繰り返し方向と同じ方向にA1q3をラビングし、再びA1q3をトータル膜厚 $2000\text{ }\text{\AA}$ となるように蒸着形成した。最後に、発光層4の上にA1を形成して反射電極2を形成し、素子1を作製した。

【0039】A1を負極性、ITOを正極性として7Vの直流電界を発光層4に印加したところ、電流密度 0.2 mA/mm^2 で輝度 500 cd/m^2 の発光を確認することができた。偏光板を用いて光を観察したところ、ラビングを施した方向に光が偏光していることが確認された。

【0040】この発明に係る自発光型表示素子の第4実施例として、図6に示すEL表示素子を作製した。この第4実施例は、透明電極3としてITOを、反射電極2としてA1を用い、発光層4は発光有機材料A1q3と正孔輸送層 α -NPDを、正孔輸送層 α -NPDとITOとが接する順で積層したものである。まず、ガラス基板の一方の面に、フォトリソグラフィ法とフッ酸を用いたエッチングにより、幅 $1\text{ }\mu\text{m}$ 、周期 $1\text{ }\mu\text{m}$ の回折格子である回折構造体12を形成し、ガラス基板の回折格子が形成された面にA1を蒸着により形成して反射電極

2とした。次いで、その上にA1q3を厚み $300\text{ }\text{\AA}$ だけ蒸着形成した。こうして形成したA1q3を回折格子の繰り返し方向と同じ方向にラビングした後、再びA1q3をトータル膜厚 $2000\text{ }\text{\AA}$ となるように蒸着形成した。その上に α -NPDを厚み $1000\text{ }\text{\AA}$ だけ形成して発光層4を形成し、最後にITOを形成してEL表示素子1を作製した。

【0041】A1を負極性、ITOを正極性として7Vの直流電界を発光層4に印加したところ、電流密度 0.2 mA/mm^2 で輝度 500 cd/m^2 の発光を確認することができた。偏光板を用いて光を観察したところ、ラビングを施した方向に光が偏光していることが確認された。

【0042】比較例として、第3実施例及び第4実施例においてラビング処理をしない発光層を有し且つ通常の回折格子を有するEL表示素子を同様の手順で作製し、A1を負極性、ITOを正極性として7Vの直流電界を発光層に印加したところ、電流密度 0.2 mA/mm^2 で輝度は 200 cd/m^2 の発光しか確認することができなかった。偏光板を用いて光を観察したところ、光は無偏光であった。

【0043】第3の実施の形態に関する2つの実施例
この発明の自発光型表示素子の第5実施例として、図7に示すEL表示素子を作製した。この第5実施例は、透明電極3としてITOを、反射電極2としてA1を用い、発光層4は発光有機材料A1q3と正孔輸送層 α -NPDを、正孔輸送層 α -NPDとITOとが接する順で積層したものである。まず、ガラス基板の一方の面に、フォトリソグラフィ法とフッ酸を用いたエッチングにより、幅 $1\text{ }\mu\text{m}$ 、周期 $1\text{ }\mu\text{m}$ の回折格子である回折構造体12を形成し、次いで、ITOを蒸着により形成して透明電極3とし、その上に α -NPDを厚み $1000\text{ }\text{\AA}$ だけ、更にA1q3を厚み $300\text{ }\text{\AA}$ だけ蒸着形成した。その後、回折格子の繰り返し方向に対して垂直な方向にA1q3をラビングし、再びA1q3をトータル膜厚 $2000\text{ }\text{\AA}$ となるように蒸着形成して発光層4とした。最後にA1を形成し、EL表示素子1を作製した。

【0044】この発明に係る自発光型表示素子の第6実施例として、図9に示すEL表示素子1を作製した。この第6実施例は、透明電極3としてITOを、反射電極2としてA1を用い、発光層4は発光有機材料A1q3と正孔輸送層 α -NPDを、正孔輸送層 α -NPDとITOとが接する順で積層したものである。まず、ガラス基板の一方の面に、フォトリソグラフィ法とフッ酸を用いたエッチングにより、幅 $1\text{ }\mu\text{m}$ 、周期 $1\text{ }\mu\text{m}$ の回折格子である回折構造体12を形成し、次いで、ガラス基板の回折格子が形成された面にA1を蒸着により形成して反射電極2とした。続いて、その上にA1q3を厚み $300\text{ }\text{\AA}$ だけ蒸着により形成し、回折格子の繰り返し方向に対して垂直な方向にA1q3をラビングし、再びA

1 q 3 をトータル膜厚 2000 Å となるように蒸着により形成し、最後に ITO を形成して EL 表示素子 1 を作製した。

【0045】A1 を負極性、ITO を正極性として 7 V の直流電界を発光層 4 に印加したところ、電流密度 0.2 mA/mm² で輝度 500 cd/m² の発光を確認することができた。偏光板を用いて光を観察したところ、ラビングを施した方向に光が偏光していることが確認された。

【0046】比較例として、第 5 実施例及び第 6 実施例においてラビング処理をしない発光層を備え且つ通常の回折格子を有する EL 表示素子を作製し、A1 を負極性、ITO を正極性として 7 V の直流電界を発光層に印加したところ、電流密度 0.2 mA/mm² で輝度は 200 cd/m² の発光しか確認することができなかった。また、偏光板を用いて光を観察したところ、光は無偏光であった。

【0047】これまで、この発明に係る自発光型表示素子の第 1 ～ 第 3 の実施の形態とその実施例について説明してきたが、実際に自発光表示装置を一般に考えられる幅広い環境下で使用できるようにするためには、発光効率の向上ばかりでなく、外光の反射を防止するという大きな問題を解決しなければならない。

【0048】反射型表示装置は、文字どおり、外光を反射することによって輝度変化を制御するため、外光の強い明るい場所では認識し易いが外光の弱い暗い場所では認識しにくいという特性がある。反対に自発光表示装置は、装置内部あるいは表面での外光反射が発光の相対コントラストを下げるため、外光の弱い暗い場所では認識し易いが外光の強い明るい場所では認識しにくいという特性がある。発光型表示装置の、明るい場所では認識しにくいという問題を解決するために、従来から円偏光板を使う方法が提案されている。この円偏光板を使う方法は、円偏光板を通過して装置内部あるいは表面で反射して逆方向になった円偏光は円偏光板を透過することができないという特性を利用したものである。

【0049】上記の従来方法について図 10 により簡単に説明する。自発光表示装置として例えば EL 表示装置を考える。金属等の反射性電極 2 と ITO 等の透明電極 3 により発光層 4 を挟持し電界を印加することで発光 13 が発生する。外光 14 の反射を防いで実用的なコントラストを得るために、1/4 波長位相差素子 15 と直線偏光素子 16 を積層した円偏光素子 17 を透明電極 3 の外側に設置する。1/4 波長位相差素子 15 及び直線偏光素子 16 は、それらの主軸が互いに 45° の角度を成すように配置される。直線偏光素子 16 及び 1/4 波長位相差素子 15 の順に円偏光素子 17 を通過して円偏光となった外光 14 は、EL 表示装置内を通過した後、反射電極 2 で反射されて逆方向の円偏光に変換され、再度、EL 表示装置内を通過する。この状態で 1/4 波長

位相差素子 15 を再度通過することにより、直線偏光素子 16 の偏光軸に対して垂直な偏光面の直線偏光に変換される。この状態では直線偏光素子 16 を通過することができないため、観察者には外光反射が認識されない良好な暗状態になり、実用的なコントラストを得ることができる。

【0050】こうした円偏光素子による外光反射は、EL 表示装置において欠かすことの出来ない重要な技術であり、実用にあたっては、実験室レベルで EL 素子の発光効率を検討するだけでは不十分であり、常に光り取り出し側に偏光素子を設置することを考慮する必要がある。

【0051】以下、図 11 の (a) 及び (b) を用いて、この発明に係る自発光型表示素子の第 4 の実施の形態について説明をする。図 5 に示す自発光型表示素子と同じく、第 4 の実施の形態の自発光型表示素子 1 も、反射性の背面電極 2、発光層 4、透明電極 3 をこの順に積層し、透明電極 3 の上に回折構造体 12 を設け、回折構造体 12 の上を透明基板 18 で覆い、更に、透明基板 18 の上に円偏光素子 17 を設ける構造となっている。図 11 の (b) に示すように、回折構造体 12 は直線状の格子を平行に配列した回折格子を有しており、回折格子の繰返し方向と円偏光素子 17 の偏光方向 19 とが一致する或いは略一致するよう円偏光素子 17 に対して配置される。

【0052】こうした構造を採用して円偏光素子 17 を自発光型表示素子 1 の光り取り出し側に設置することにより、外光の反射を防止することが可能になる。回折構造体 12 によって全反射が回避され且つ取出し効率が改良された結果、発光の分布は、図 11 の (b) に数字 20 で示すようになる。

【0053】発光の分布が図 11 の (b) において数字 20 で示すようになる理由は以下のとおりである。先に、この発明に係る自発光型表示素子の第 1 ～ 第 3 の実施の形態について説明した際、回折構造体 10 によって発光効率が向上するのは、この回折構造体 10 の周期構造に沿った発光のためであることを述べた。しかし、この発明の第 1 ～ 第 3 の実施の形態における自発光型表示素子 1 においては、回折構造体をなす微小構造物 11 や回折格子 12 の影響を受けない発光の方が圧倒的に多い。このため、円偏光素子 17 を設置しない状態では、全体の発光効率は期待ほどには向上しない。

【0054】しかしながら、実用上不可欠な円偏光素子 17 を考慮した場合、回折構造体 12 の周期構造の繰返し方向と円偏光素子 17 の偏光方向とを一致或いは略一致させれば、回折構造体 12 によって取出し効率を向上された分布の発光だけを円偏光素子 17 によって取出することができるので、実用上、発光効率を大幅に向上させることができる。

【0055】図 11 では透明電極 3 を回折構造体 12 上

に直接形成するので、回折構造体12の形状が透明電極3に反映されてしまい、場合によっては電界印加不良やキャリア注入不良といった悪影響が出ることもある。こうした悪影響を回避するには、図12に示すように、透明電極3の上に、樹脂製等の透明な平坦化層21を設置し、平坦化層21に回折構造体12を設けるようにすればよい。

【0056】なお、この発明の第4の実施の形態においては、回折構造体12を発光層4に関して、図11及び図12のように透明電極3の側に設置しても、図13に示すように反射電極2の側に形成しても良い。

【0057】以上説明したように、この発明の第4の実施の形態においては、回折構造体12の周期構造の繰り返し方向と円偏光素子17の偏光軸とを一致或いは略一致させたので、従来の装置に比較して、実用的に大幅に発光効率を向上させることができる。回折構造体12の構造的周期は、図14に示す従来の自発光型表示素子の場合と同一でよいが、1 μ mから20 μ mであることが望ましい。また、第4の実施の形態における自発光型表示素子をカラー表示装置に適用する場合には、画素毎に、色の波長に応じて回折構造体12の構造的周期を変えることが望ましい。

【0058】第4の実施の形態に関する3つの実施例
この発明に係る自発光型表示素子の第7実施例として、図11に示すEL表示素子を作製した。このEL表示素子において、発光層4は発光有機材料A1q3と正孔輸送層 α -NPDとを積層したものであり、透明電極3にはITOを、反射電極2にはA1を用い、正孔輸送層 α -NPDとITOが接する順で積層した。まず、回折構造体12として、ガラス基板にフォトリソグラフィ法とフッ酸を用いたエッチングにより幅1 μ m、周期1 μ mの回折格子を形成し、続いて、このガラス基板にITOを蒸着により形成し、 α -NPDを1000Å、A1q3を2000Å蒸着によって形成し、最後にA1を形成してEL表示素子を作製した。次いで、1/4波長位相差素子と偏光板とを各々の主軸が45°の角度になるように組み合わせた円偏光素子を、1/4波長位相差素子がEL表示素子の光り取り出し側の面と接触するよう、且つ、円偏光素子の偏光方向が回折格子の周期構造の繰り返し方向と一致するよう、位置を決めて配置した。

【0059】こうして形成されたEL表示素子において、A1を負極性、ITOを正極性として7Vの直流電界を印加したところ、電流密度0.2A/mm²で輝度250cd/m²の発光を確認することができた。

【0060】この発明に係る自発光型表示素子の第8実施例として、図12に示すEL表示素子を作製した。このEL表示素子は、上記の第7実施例においてガラス基板に形成した回折格子上に、平坦化層として、LCD用カラー・フィルターで使われている樹脂オーバーコート

を形成したものである。そこで、A1を負極性、ITOを正極性として7Vの直流電界を印加したところ、電流密度0.3mA/mm²で輝度300cd/m²の発光を確認することができた。

【0061】この発明に係る自発光型表示素子の第9実施例として、図13に示すEL表示素子を作製した。このEL表示素子は、透明電極と反射電極とを逆にし、発光層の積層順も逆にした以外は第7実施例と同様の手順で作製された。そこで、A1を負極性、ITOを正極性として7Vの直流電界を印加したところ、電流密度0.2mA/mm²で輝度250cd/m²と、第7実施例と同様な発光を確認することができた。

【0062】比較例として、第7実施例から回折格子を除去した構造の通常のEL表示素子を同様に作製した。このEL表示素子においてA1を負極性、ITOを正極性として7Vの直流電界を印加したところ、電流密度0.2mA/mm²で輝度が80cd/m²の発光しか確認することができなかった。

【0063】以上、この発明に係る自発光型表示素子の若干の実施の形態及び実施例について説明してきたが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0064】

【発明の効果】以上、この発明の実施の形態及び実施例を説明したところから理解されたとおり、この発明は、発光材料に依存することなく自発光型表示素子の発光効率を大幅に向上させることができ、しかも、表示素子の寿命や信頼性等には一切影響を与えることがないという格別の効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は、この発明に係る自発光型表示素子の第1の実施の形態の断面図であり、(b)は、発光層からの光と微小構造物の配置との関係を示す図である。

【図2】(a)は、この発明に係る自発光型表示素子の第1の実施の形態の変形例の断面図であり、(b)は、発光層からの光と微小構造物の配置との関係を示す図である。

【図3】微小構造物の配置を説明するための図である。

【図4】(a)及び(b)は、回折構造体における微小構造物の配置の仕方を説明するための図である。

【図5】(a)は、この発明に係る自発光型表示素子の第2の実施の形態の断面図であり、(b)は、発光層からの光と回折構造体の配置との関係を示す図である。

【図6】(a)は、この発明に係る自発光型表示素子の第2の実施の形態の変形例の断面図であり、(b)は、発光層からの光と回折構造体の配置との関係を示す図である。

【図7】(a)は、この発明に係る自発光型表示素子の第3の実施の形態の断面図であり、(b)は、発光層からの光と回折構造体の配置との関係を示す図である。

【図8】(a)及び(b)は、第3の実施の形態におけ

る光の偏光方向と放射進行方向との関係を説明するための図である。

【図9】(a)は、この発明に係る自発光型表示素子の第3の実施の形態の変形例の断面図であり、(b)は、発光層からの光と微小構造物の配置との関係を示す図である。

【図10】円偏光板を用いた外光反射防止技術を説明するための図である。

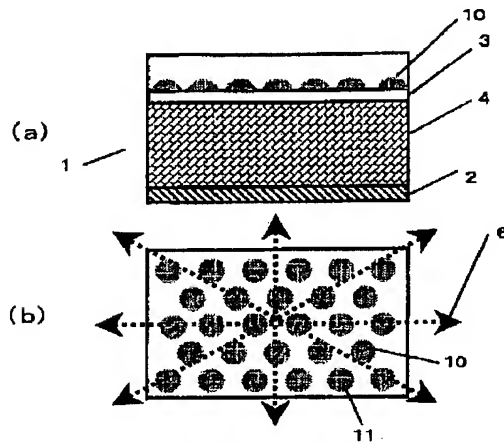
【図11】(a)は、この発明に係る自発光型表示素子の第4の実施の形態の断面図であり、(b)は発光層からの光と回折構造体との関係を示す図である。

【図12】図11に示す第4の実施の形態の変形例を示す図である。

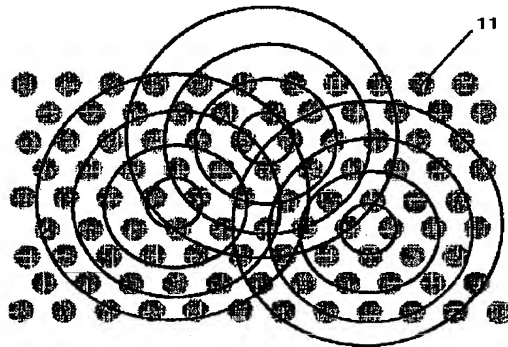
【図13】図11に示す第4の実施の形態の他の変形例を示す図である。

【図14】(a)は、従来の自発光型表示素子の断面図であり、(b)は、発光層からの光と回折格子との関係*

【図1】



【図3】



*を示す図である。

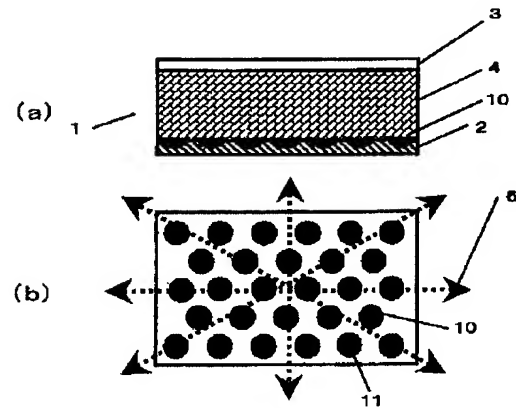
【図15】(a)は、従来の他の自発光型表示素子の断面図であり、(b)は、発光層からの光と回折格子との関係を示す図である。

【図16】(a)は、従来の別の自発光型表示素子の断面図であり、(b)は、発光層からの光と回折格子との関係を示す図である。

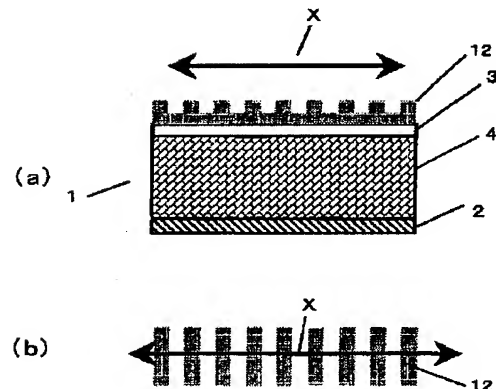
【符号の説明】

1：EL表示素子、2：反射電極、3：透明電極、4：発光層、6：光、7：発光中心、10：回折構造体、11：微小構造物、12：回折構造体、X、Y：偏光方向、Z：放射進行方向、13：発光、14：外光、15：1/4波長位相差素子、16：直線偏光素子、17：円偏光素子、18：透明基板、19：偏光方向、20：発光分布、21：平坦化層

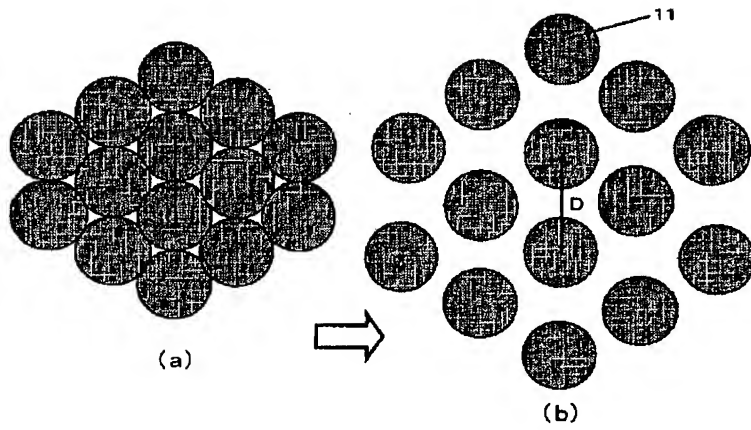
【図2】



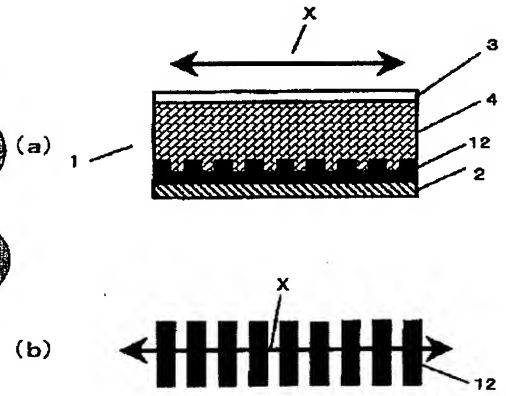
【図5】



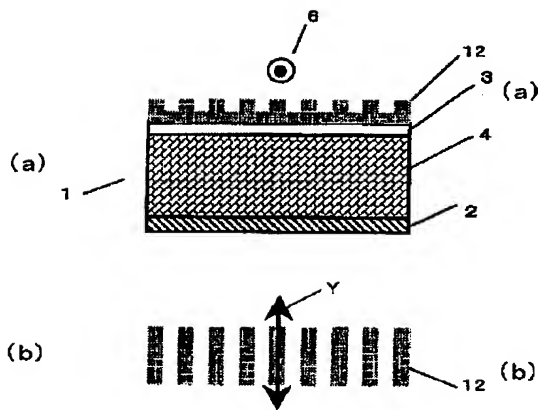
【図4】



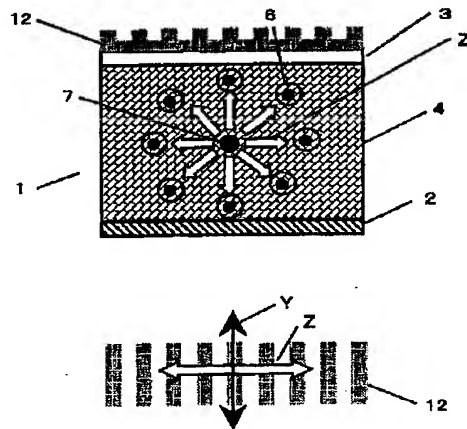
【図6】



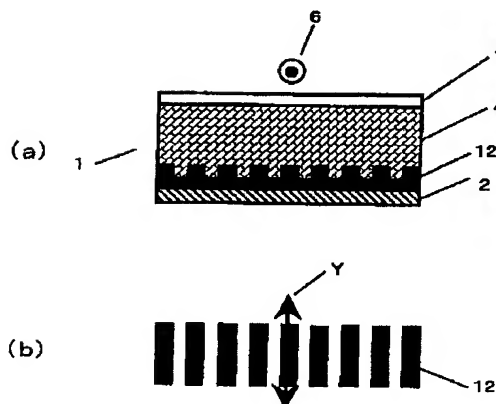
【図7】



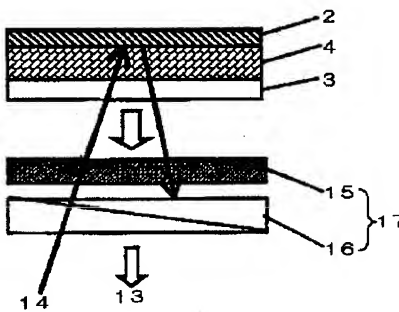
【図8】



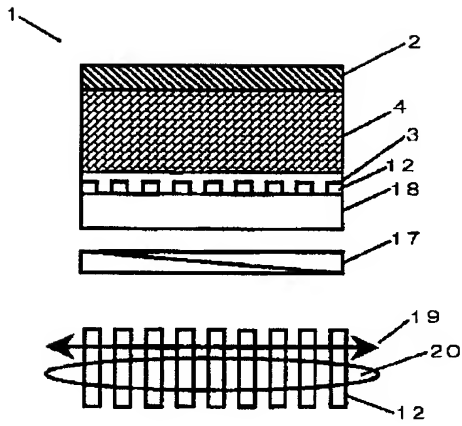
【図9】



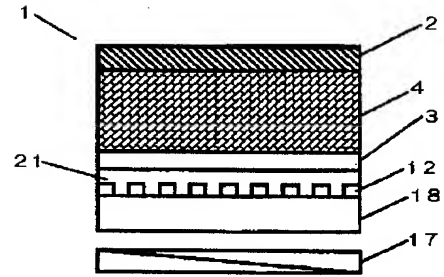
【図10】



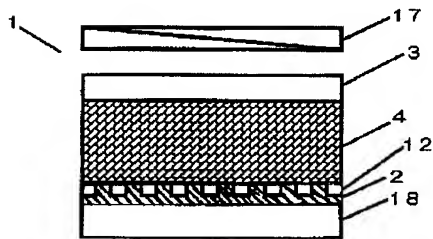
【図11】



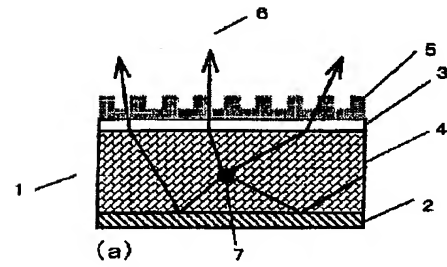
【図12】



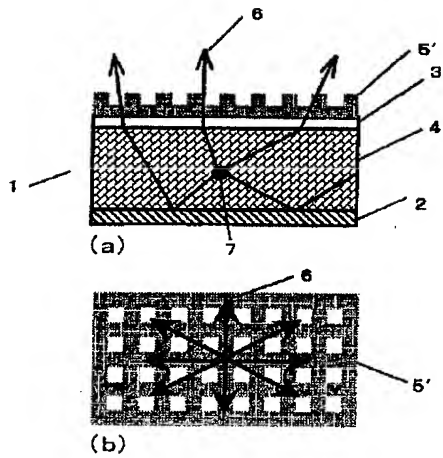
【図13】



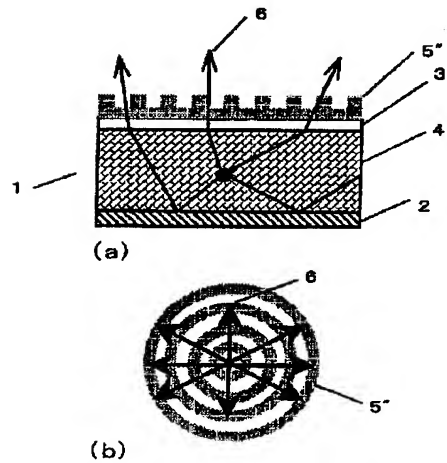
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(72)発明者 加邊 正章
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号シャ
ープ株式会社内

F ターム(参考) 3K007 AB03 BB06 CB01 CC01 DA01
DB03 EB00
5C094 AA10 BA29 CA19 CA24 DA13
EA04 EA05 EA06 EA07 EB02
ED14 ED20
5G435 AA03 BB05 EE33 FF03 FF05